

# **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОМПОЗИТА Al – МАРТЕНСИТНОСТАРЕЮЩАЯ СТАЛЬ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ЖИДКОФАЗНОГО СОВМЕЩЕНИЯ**

***Цаплина Е.М., Шарапова В.А., Неймышев Е.В.***

*Руководитель – проф., д.т.н. Мальцева Л.А.*

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,  
г. Екатеринбург, Россия, mla44@mail.ru

Композиционные материалы находят все большее применение в атомной энергетике, машино- и судостроении, космической и авиационной технике, благодаря этим материалам стал возможен новый качественный скачок в увеличении мощности двигателей. Обладая высокими удельными физико-механическими свойствами (прочностью, модулем упругости), композиционные материалы позволяют целенаправленно конструировать материалы под заданные условия эксплуатации. Важнейшей задачей является – существенное расширение областей применения композиционных материалов как наиболее перспективных материалов будущего, позволяющих получить максимальные значения удельных характеристик: прочности, жесткости, износостойкости и др.

Армирующие элементы и матричные сплавы должны быть доступны, а технологии их изготовления – легко реализуемы. Тогда станет возможным переход от ограниченного применения в специальной технике к широкому использованию этих материалов.

Применение композиционных материалов в настоящее время ограничено высокой стоимостью, связанной в основном со сложностью процесса их получения. Например, такие технологии получения композиционных материалов, как порошковая металлургия в основном многостадийны, длительны во времени и энергозатратны. Поэтому в последнее время внимание исследователей направлено на создание новых технологий, которые позволят сделать композиты более доступными материалами. К таким методам относятся *литейные технологии* получения композиционных материалов. Литейные композиционные материалы получают с помощью различных методов жидкофазного совмещения, когда отдельные элементы композита объединяются с использованием расплавленного жидкого металла (сплава), который после затвердевания связывает композит в единое целое.

К основным достоинствам литых композиционных материалов (ЛКМ) относится относительная простота их получения и возможность создания отливок практически любой геометрии. Поэтому разработка новых технологий получения литейных композиционных материалов с использованием принципиально новых методов является актуальной задачей.

Технический алюминий и его сплавы часто используют в качестве матриц композиционных материалов. Армирование матриц выполняют высокопрочной проволокой из коррозионностойких сталей – это наиболее распространенный упрочнитель, используемый при создании конструктивных армированных материалов, работающих при температурах от  $-196^{\circ}\text{C}$  до  $+350^{\circ}\text{C}$ . Преимущество проволоки из коррозионностойких сталей заключается в наличии пассивной поверхности, практически не вступающей во взаимодействие не только с атмосферой, но и с матричными материалами. Промышленностью освоен выпуск композита КАС, упрочненный стальной проволокой, полученной прокаткой между валками прокатного стана до компактного состояния.

В данной работе показана возможность получения ЛКМ с алюминиевой матрицей, армированного сеткой переплетения «столбик без накида», сплетенной из высокопрочной мартенситно-стареющей стали марки 03X12H8K5M2TЮ (ЗИ90-ВИ) диаметром 0,35 мм и ЛКМ с алюминиевой матрицей, упрочненного дискретными волокнами стали марки ЗИ90-ВИ диаметром 0,15 мм и размером 1...2 мм. В качестве матрицы использовали технически чистый литой алюминий, механические свойства которого составляли:  $\sigma_B \sim 50 \text{ МПа}$ ,  $\delta = 45 \%$ , твердость 13...15 НВ. Проволока является наиболее экономичным и доступным армирующим материалом. Проволока из мартенситностареющих сталей, как известно, является теплостойкой до  $400^{\circ}\text{C}$ . После закалки сталь ЗИ90-ВИ (проволока  $\varnothing 0,15 \text{ мм}$ ) имела следующие механические свойства:  $\sigma_B = 950 \text{ МПа}$ ,  $R_{\text{уэл}} = 55 \%$ . Последующая холодная пластическая деформация приводит к дополнительному повышению прочностных и упругих свойств проволоки из данной стали. Однако основной прирост прочностных свойств в мартенситностареющей стали достигается в результате старения при температуре  $500^{\circ}\text{C}$ . Так, проволока из стали ЗИ90-ВИ на диаметрах 0,5 и ниже после деформации на 90 % и старения по оптимальному режиму обладает следующим уровнем механических свойств:  $\sigma_B = 2600 \text{ МПа}$ ,  $R_{\text{уэл}} = 50 \%$ . Выше этой температуры при  $550...600^{\circ}\text{C}$  начинается разупрочнение стали, связанное с процессами перестаривания и последующего  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращения. Однако при кратковременном воздействии температуры (заливке сетки из мартенситностареющей стали жидким алюминием) эти стадии в полной мере не успевают протекать и в стали еще сохраняется высокопрочное состояние. В процессе работы были исследованы механические свойства полученных композиционных материалов.

Алюминиевая матрица, армированная проволокой из мартенситностареющей стали, по прочностным свойствам превосходит высокопрочные алюминиевые сплавы, имея при этом высокие значения удельной прочности и жесткости.